

28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.02. – 01.03.2018 in Braunschweig

Unkrauttoleranz und Unkrautunterdrückungsvermögen der Blauen Lupine (*Lupinus angustifolius*)

Weed tolerance and weed-suppressing ability of blue lupin (Lupinus angustifolius)

Charlotte Kling, Herwart Böhm*

Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau

*Korrespondierender Autor, herwart.boehm@thuenen.de

DOI 10.5073/jka.2018.458.042



Zusammenfassung

Im Rahmen des Verbundprojektes LupiBreed wurden 2015 zwei Sorten der Blauen Lupine (endständig: Boruta, verzweigt: Boregine) und 2016 zusätzlich acht Pre-Breedinglinien (zwei endständig, fünf verzweigt, eine intermediär) auf ihre Konkurrenzkraft untersucht. Sortenspezifische Unkrautunterdrückung und Unkrauttoleranz wurde neben den am Standort vorkommenden Unkräutern mit einem Gemenge aus „künstlichen Unkräutern“ (Winterraps, Buchweizen, Phacelia) in zwei Saaddichten erfasst. Weiterhin wurde die Unkrautunterdrückung im Gemengeanbau mit den Partnerkulturen Sommerweizen, Hafer und Leindotter in zwei Saaddichten ermittelt. Die Feldversuche wurden am Standort Trenthorst des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau in einer Blockanlage mit 3-facher Feldwiederholung angelegt und zur Sprossentwicklung, Blüte und Reife beprobt.

Die Unkrauttoleranz, bewertet anhand des Lupinenertrages, unterschied sich im Jahr 2016 zu allen Beprobungsterminen zwischen den Sorten bzw. Pre-Breedinglinien und war zur Reife zudem vom Unkrautaufkommen abhängig. Ein sortenspezifisches Unkrautunterdrückungsvermögen wurde erst zur Reife festgestellt. Unkrautunterdrückung und Unkrauttoleranz konnten nicht eindeutig auf einen Sortentyp zurückgeführt werden. Insgesamt zeichneten sich Pre-Breedinglinie 1-E, 4-V, 6-V und Boregine-V als konkurrenzstark aus, wobei die Sorteneffekte gering waren.

Durch den Gemengeanbau wurde die Unkraut-Sprossmasse in Abhängigkeit von der Lupinensorte bzw. -Pre-Breedinglinie im Vergleich zur Lupinenreinsaat um 15 bis 80 % verringert. Die unkrautunterdrückende Wirkung ging von der Partnerkultur aus und war in Gemengen mit Leindotter signifikant höher als mit Sommerweizen und Hafer.

Stichwörter: Gemengeanbau, ökologischer Landbau, Sorte, Unkraut, Züchtung

Abstract

In the joint research project LupiBreed in 2015 the competitiveness of two blue lupin varieties (terminated type: Boruta, branched type: Boregine) and in 2016 additionally eight pre-breedinglines (two terminated, five branched, one intermediate) was examined. Variety-specific weed-suppressing ability and weed tolerance were tested with site-specific weeds and a mixture of "artificial weeds" (rapeseed, buckwheat, phacelia) at two sowing densities. Furthermore, weed suppression in mixed cropping systems with spring wheat, oat and false flax at two sowing densities was surveyed. Field trials were carried out at Thünen-Institute of Organic Farming with 3-fold replications. Plots were sampled at stem elongation, flowering and ripeness.

Weed tolerance, measured by means of lupin yield, differed at each sampling between varieties and pre-breedinglines and was dependent on weed infestation at ripeness. Variety-specific weed suppression was only significant at ripeness. Weed tolerance and weed suppression were not distinctive between growth types. In summary, pre-breedingline 1-E, 4-V, 6-V and Boregine-V showed good competitiveness but the effect of the variety was not strong.

Mixed cropping reduced weed biomass dependent of lupin varieties and pre-breedinglines between 15 and 80 % compared to lupin sole cropping. Weed suppression was mainly influenced by partners and was significantly higher in mixed cropping with false flax than with spring wheat and oat.

Keywords: Breeding, mixed cropping, organic farming, variety, weed

Einleitung

Der Ertrag und die Ertragsstabilität von Blauen Lupinen ist bekannterweise durch die geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern eingeschränkt. Dabei stellt die Wahl konkurrenzstarker Sorten eine wichtige und kostengünstige Maßnahme im vorbeugenden Pflanzenschutz dar (ANDREW et al., 2015), welche im Rahmen des Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Nutzung

von Pflanzenschutzmitteln (NAP) als wichtige Zielstellung gefordert wird. Sortenspezifische Konkurrenzskraft wird weltweit für viele Kulturarten beschrieben und diesbezüglich der Sortenwahl bereits seit den 1930er Jahren großes Potenzial zur Implementierung im vorbeugenden Pflanzenschutz zugesprochen (RADEMACHER, 1938; NIEMANN, 2000). Die Züchtung konkurrenzstarker Sorten der Blauen Lupine wurde jedoch in der Vergangenheit zugunsten der Alkaloidarmut und Frühreife vernachlässigt und zudem die genetischen Ressourcen massiv eingeschränkt (GLADSTONES, 1970; BERGER et al., 2013). Daher besteht der Bedarf, entsprechende morphologische Merkmale in die Züchtung von Blauen Lupinen zu integrieren. Wie beispielsweise für Weizen (EISELE, 1992; VERSCHWELE, 1994; LEMERLE et al., 1995) und Erbsen (MCDONALD, 2003; HARKER et al., 2008; SPIES et al., 2011; GRONLE und BÖHM, 2014) mehrfach belegt, spielt dabei der Wuchstyp eine entscheidende Rolle, der sich bei Blauen Lupinen vor allem in endständige und verzweigte Sortentypen unterscheiden lässt. Sortenspezifische Konkurrenzkraft ist zudem differenziert nach Unkrauttoleranz und Unkrautunterdrückungsvermögen zu betrachten (VERSCHWELE, 2014). Unkrauttoleranz bedeutet, dass die Kultur dem hemmenden Wuchs des Konkurrenten widerstehen kann, ohne Ertrag einzubüßen (GOLDBERG, 1990); Unkrautunterdrückung benennt die Fähigkeit einer Kultur, den Wuchs des Konkurrenten zu hemmen (HANSEN et al., 2008).

Neben der Sortenwahl kann der Gemengeanbau von Körnerleguminosen mit einer nicht-legumen Partnerkultur einen entscheidenden Beitrag zur Unkrautunterdrückung leisten (LIEBMAN und DYCK, 1993; HAUGGAARD-NIELSEN et al., 2008; ŠARŮNAITĚ et al., 2010). Dieser Effekt ist im Gemengeanbau von Blauen Lupinen durch ihre geringe Konkurrenzkraft gegenüber der Partnerkultur jedoch eingeschränkt (BÖHM et al., 2008a). Daher gilt es, verloren gegangenes Erfahrungswissen in Bezug auf die Wahl der Sorten bzw. Sortentypen, der Partnerkulturen und der Saatlücke wieder zu generieren.

Material und Methoden

In 3-jährigen Feldversuchen (2015-2017) wird die Konkurrenzkraft von Blauen Lupinen gegenüber Unkräutern und Mischungspartnern im Gemengeanbau untersucht.

Im ersten Projektjahr wurde ein Prüfsystem mit zwei Sorten der Blauen Lupine, Boruta (Boruta-E, endständig, 130 keimfähige Körner (kfk) m⁻²) und Boregine (Boregine-V, verzweigt, 100 kfk m⁻²) erarbeitet (BÖHM, 2016). Dieses wird in zwei Folgejahren mit zusätzlich acht Pre-Breedinglinien (PBL) (zwei endständig (E), fünf verzweigt (V), eine intermediär (E/V), 100 kfk m⁻²) angewandt, die in einem Mutageneseprogramm des Julius Kühn-Instituts aus den Sorten Boruta und Boregine entwickelt wurden (RUDOLFF, 2011; RUGE-WEHLING et al., 2016). Die Feldversuche wurden am Standort Trenthorst des Thünen-Institut für Ökologischen Landbau (sandiger Lehm, pH 6,7, 696 mm Ø Niederschlag, 9 °C Jahresdurchschnittstemperatur) in einer Blockanlage mit 3-facher Feldwiederholung angelegt.

Zur Erfassung der sortenspezifischen Konkurrenzkraft in Bezug auf Unkrauttoleranz und Unkrautunterdrückungsvermögen wurden neben den am Standort vorkommenden Unkräutern zwei weitere Szenarien mit abgestuft höherem Unkrautauftreten durch die gezielte Etablierung von „künstlichen Unkräutern“ (KU) in den Versuchsaufbau integriert. Die KU bestanden aus einem Gemenge mit gleichen Anteilen (bezogen auf die Anzahl keimfähiger Körner m⁻²) Winterraps, Buchweizen und Phacelia in zwei unterschiedlich hohen Saatlücken (60 und 120 kfk m⁻²). Diese wurden den unkrautfreien Kontrollvarianten (ohne UN) und den Reinsaat mit den am Standort vorkommenden Unkräutern (mit UN) gegenübergestellt. Zur Erfassung der Unkrautunterdrückung wurde die Gesamt-Unkrautsprossmasse als Summe aus „künstlichen Unkräutern“ und den am Standort vorkommenden Unkräutern verrechnet.

Die Konkurrenzkraft im Gemengeanbau wurde anhand der Partnerkulturen Sommerweizen (SW), Hafer (HA) und Leindotter (LD) in zwei im Vergleich zur Reinsaat reduzierten Saatlücken (SW, HA 60 und 120 kfk m⁻², LD 200 und 400 kfk m⁻²) untersucht. Die Blauen Lupinen wurden im Gemenge in 100 % Reinsaatdichte ausgebracht. Als Kontrolle dienten die Reinsaat aller Kulturen mit den am Standort vorkommenden Unkräutern.

Die Parzellen wurden zu den Terminen Sprossentwicklung (0,5 m²), Blüte (0,5 m²) und Reife (1 m²) der Blauen Lupinen per Hand beprobt und die oberirdische Biomasse bzw. der Kornertrag getrennt nach Lupinen, Partnern bzw. KU und am Standort vorkommendem Unkraut bestimmt. Zur Beurteilung der Unkrautunterdrückung im Gemenge wurde die relative Unkrautbiomasse im Vergleich zur Lupinenreinsaat berechnet.

Zur Auswertung der Daten wurden mit dem Programm SAS (Version 9.4) zwei- bzw. dreifaktorielle Varianzanalysen (ANOVA) durchgeführt und bei signifikanten Haupt- und Wechselwirkungen ($p < 0,05$) multiple Mittelwertvergleiche (Tukey-Test, $\alpha = 5\%$) abgeschlossen.

Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Hauptfaktoren des Untersuchungsjahres 2016 zur sortenspezifischen Konkurrenzkraft der Lupinen in Bezug auf ihr Unkrautunterdrückungsvermögen (Tab. 1) und ihre Unkrauttoleranz (Tab. 2) zu den Beprobungsterminen Sprossentwicklung, Blüte und Reife aufgeführt. Beim Lupinenkornertrag trat eine Wechselwirkung für Lupine x Unkraut auf, welche in Abbildung 1 dargestellt ist. Die Unkrautunterdrückung im Gemenge wird anhand der relativen Unkrautbiomasse zur Reife veranschaulicht (Abb. 2).

Sortenspezifische Konkurrenzkraft

Durch den Einsatz von „künstlichen Unkräutern“ konnten unterschiedliche Konkurrenzsituationen simuliert werden. Dabei nahm die Unkrautbiomasse zu allen Beprobungsterminen in den Varianten mit den am Standort vorkommenden Unkräutern zu den Varianten mit „künstlichen Unkräutern“ in geringer Saatchichte und den Varianten mit „künstlichen Unkräutern“ in hoher Saatchichte zu (Tab. 1). Insgesamt war das natürliche Unkrautauflkommen im Untersuchungsjahr 2016 gering und unterschied sich kaum zwischen den Beprobungsterminen zur Blüte und Reife.

Ein sortenspezifisches Unkrautunterdrückungsvermögen wurde erst zur Reife festgestellt, wobei PBL 6-V, PBL 7-V und PBL 8-V am konkurrenzstärksten waren, gefolgt von der verzweigten Referenzsorte Boregine-V (Tab. 1). Dem gegenüber wiesen die endständige Referenzsorte Boruta-E sowie PBL 1-E, PBL 3-E und PBL 2-E/V eine signifikant höhere Unkrautbiomasse auf und waren somit konkurrenzschwächer. Sie unterschieden sich jedoch nicht signifikant von den zwei verzweigten Pre-Breedinglinien PBL 4-V und PBL 5-V.

Die Unkrauttoleranz unterschied sich zu allen Beprobungsterminen zwischen den Sorten bzw. Pre-Breedinglinien (Tab. 2) und stand zur Reife außerdem in Abhängigkeit zum Unkrautauflkommen (Abb. 1). Zur Sprossentwicklung und Blüte verringerte sich der oberirdische Biomasseaufwuchs der Lupinen signifikant mit steigendem Unkrautauflkommen (Tab. 2).

Zum Termin der Sprossentwicklung zeigten Boruta-E und PBL 8-V die höchsten Lupinen-Biomasseaufwüchse gefolgt von PBL 6-V. Boregine-V und die Pre-Breedinglinien PBL 1-E, PBL 2-E/V, PBL 4-V, PBL 5-V und PBL 7-V wiesen zu diesem Termin die geringsten Biomasseaufwüchse auf. Zum zweiten Beprobungstermin zeigte wiederum PBL 8-V die höchsten Biomasseaufwüchse, die nun aber auf einem Niveau mit PBL 6-V und Boregine-V lagen. PBL 4-V, aber auch PBL 7-V und PBL 1-E sowie Boruta-E wiesen zur Blüte ebenfalls höhere Biomasseaufwüchse auf. Am geringsten war die Biomasse von PBL 3-E, gefolgt von PBL 2-E/V.

Tab. 1 Oberirdischer Biomasseaufwuchs [g m^{-2} TS] des Unkrautes zu den Beprobungsterminen Sprossentwicklung, Blüte und Reife in Abhängigkeit der Faktoren Lupine (Boregine-V, Boruta-E, Pre-Breedinglinie [PBL] 1 bis 8) und Unkraut (mit natürlichem Unkraut [mit UN] sowie mit „künstlichem Unkraut“ in niedriger Saatlösungsdichte [KU_SD1] und mit „künstlichem Unkraut“ in hoher Saatlösungsdichte [KU_SD2]). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Tukey-Test, $p < 0,05$).

Tab. 1 Aboveground biomass [g m^{-2} TS] of weeds at the sampling dates stem elongation, flowering and ripeness dependent on the factors lupin (Boregine-V, Boruta-E, pre-breedingline [PBL] 1 to 8) and weeds (with site-specific weeds [mit UN], with "artificial weeds" at lower sowing density [KU_SD1] and higher sowing density [KU_SD2]). Different letters refer to significant differences (Tukey-Test, $p < 0.05$).

		Unkraut-Biomasse [g m^{-2} TS] zu den Entwicklungsstadien der Lupinen					
		Sprossentwicklung		Blüte		Reife	
Lupine	Boregine-V	116,27	n.s.	130,67	n.s.	138,86	ab
	Boruta-E	110,91	n.s.	139,76	n.s.	176,70	c
	PBL 1-E	132,38	n.s.	137,09	n.s.	169,59	c
	PBL 2-E/V	121,38	n.s.	148,78	n.s.	184,98	c
	PBL 3-E	129,60	n.s.	163,31	n.s.	182,62	c
	PBL 4-V	111,29	n.s.	157,61	n.s.	165,61	bc
	PBL 5-V	119,27	n.s.	152,07	n.s.	160,49	bc
	PBL 6-V	126,96	n.s.	130,67	n.s.	116,09	a
	PBL 7-V	109,64	n.s.	129,33	n.s.	116,68	a
Unkraut	PBL 8-V	120,11	n.s.	128,93	n.s.	122,73	a
	mit Unkraut	38,80	a	50,49	a	53,85	a
	KU_SD1	144,36	b	170,83	b	188,33	b
	KU_SD2	176,18	c	204,14	c	218,13	c

Tab. 2 Oberirdischer Biomasseaufwuchs [g m^{-2} TS] der Lupinen zu den Beprobungsterminen Sprossentwicklung und Blüte sowie deren Kornertrag [g m^{-2} TS] zur Reife in Abhängigkeit der Faktoren Lupine (Boregine-V, Boruta-E, Pre-Breedinglinie [PBL] 1 bis 8) und Unkraut (ohne natürliches Unkraut [ohne UN], mit natürlichem Unkraut [mit UN] sowie mit „künstlichem Unkraut“ in niedriger Saatlösungsdichte [KU_SD1] und in hoher Saatlösungsdichte [KU_SD2]). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Tukey-Test, $p < 0,05$). 1) ausgewiesene Wechselwirkungen: dargestellt in Abb. 1.

Tab. 2 Aboveground biomass [g m^{-2} TS] of lupins at the sampling dates stem elongation and flowering as well as kernel yield [g m^{-2} TS] of lupins at ripeness dependent on the factors lupin (Boregine-V, Boruta-E, pre-breedingline [PBL] 1 to 8) and weeds (without site-specific weeds [ohne UN], with site-specific weeds [mit UN], with "artificial weeds" at lower sowing density [KU_SD1] and higher sowing density [KU_SD2]). Different letters refer to significant differences (Tukey-Test, $p < 0.05$). 1) declared interdependencies: shown in Fig. 1.

		Lupinen				Kornertrag [g m^{-2} TS]	
		Oberirdischer Biomasseaufwuchs [g m^{-2} TS]				Reife	
		Sprossentwicklung		Blüte			
Lupine	Boregine-V	303,73	a	976,55	d	428,17	1)
	Boruta-E	343,53	c	838,38	bc	354,80	1)
	PBL 1-E	298,98	a	830,78	bc	390,55	1)
	PBL 2-E/V	286,15	a	779,00	ab	379,97	1)
	PBL 3-E	311,38	ab	721,68	a	348,42	1)
	PBL 4-V	307,47	a	873,81	c	391,33	1)
	PBL 5-V	306,55	a	789,48	abc	404,49	1)
	PBL 6-V	341,27	bc	976,10	d	382,72	1)
	PBL 7-V	308,57	a	818,70	bc	277,53	1)
Unkraut	PBL 8-V	350,93	c	1046,28	d	282,55	1)
	ohne UN	381,73	d	1011,98	d	453,76	1)
	mit UN	357,46	c	951,61	c	411,92	1)
	KU_SD1	278,75	b	785,82	b	311,41	1)
	KU_SD2	245,49	a	710,91	a	279,13	1)

Zur Reife war der Lupinenkornерtrag vom Unkrautaukkommen abhängig, wobei die Sorten bzw. Pre-Breedinglinien unterschiedlich tolerant reagierten (Abb. 1). Im Vergleich der Unkrautvarianten innerhalb einer Sorte bzw. Pre-Breedinglinie zeigten viele Pre-Breedinglinien (PBL 1-E, PBL 2-E/V, PBL 3-E, PBL 4-V, PBL 5-V und PBL 7-V) eine signifikante Ertragsminderung zwischen den Varianten ohne und mit am Standort vorkommendem Unkraut zu den Varianten mit „künstlichem Unkraut“ unabhängig von der Saatlidichte. Der Unterschied zwischen dem Lupinenkornерtrag in Beständen ohne und mit am Standort vorkommendem Unkraut war nur für Boruta-E und PBL 6-V signifikant, wobei für PBL 6-V keine weiteren signifikanten Ertragsunterschiede bei steigendem Unkrautaukkommen festzustellen waren. Boregine-V zeigte zudem eine signifikante Ertragsminderung bei steigender Saatlidichte des „künstlichen Unkraut“. Im Vergleich der Kornерträge zwischen den Sorten bzw. Pre-Breedinglinien innerhalb der Unkrautvariante ohne am Standort vorkommende Unkräuter waren Boregine-V und PBL 5-V am ertragsstärksten, unterschieden sich jedoch nur von PBL 3-E, PBL 6-V, PBL 7-V und PBL 8-V signifikant. Mit den am Standort vorkommenden Unkräutern zeigte wiederum Boregine-V die höchsten Kornерträge, gefolgt von PBL 1-E, PBL 4-V und PBL 5-V. In den Varianten mit „künstlichem Unkraut“ hingegen war PBL 6-V am ertragsstärksten, wobei die Unterschiede im Vergleich zu Boregine-V, PBL 1-E und PBL 4-V nicht signifikant waren. PBL 7-V und PBL 8-V waren in allen Unkrautvarianten am ertragsschwächsten.

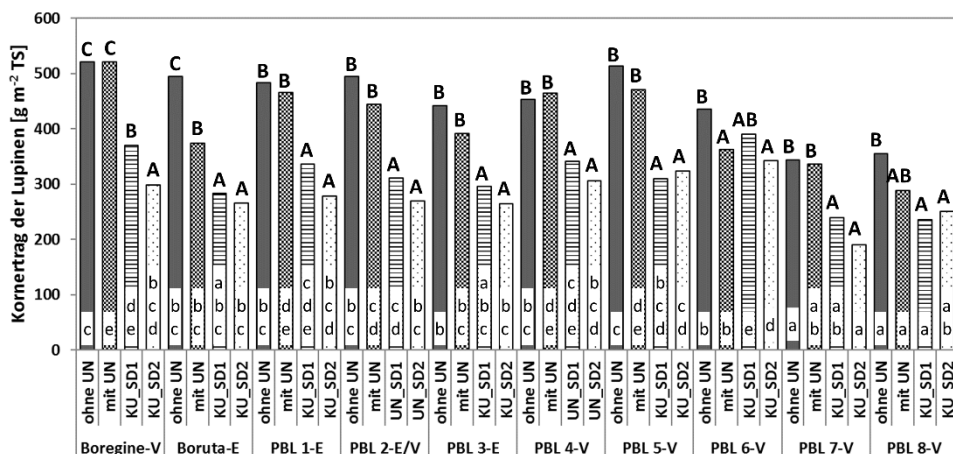


Abb. 1 Kornерtrag [g m^{-2} TS] der Lupinensorten bzw. Pre-Breedinglinien [PBL] zur Reife in Abhängigkeit der Unkrautvarianten ohne am Standort vorkommenden Unkräutern [ohne UN], mit am Standort vorkommenden Unkräutern [mit UN] sowie mit „künstlichem Unkraut“ in niedriger Saatlidichte [KU_SD1] und mit „künstlichem Unkraut“ in hoher Saatlidichte [KU_SD2]. Verschieden große Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unkrautvarianten innerhalb der jeweiligen Lupinensorte bzw. -PBL, verschieden kleine Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Lupinensorte bzw. -PBL innerhalb einer Unkrautvariante (Tukey-Test, $p < 0,05$).

Fig. 1 Kernel yield [g m^{-2} TS] of lupin varieties and pre-breeding lines [PBL] at ripeness dependent on weed variables without site-specific weeds [ohne UN], with site-specific weeds [mit UN], with "artificial weeds" at lower sowing density [KU_SD1] and higher sowing density [KU_SD2]. Different capital letters refer to significant differences between weed variables within the lupin varieties and PBL, different lowercase letters refer to significant differences of lupin varieties and PBL within the weed variables (Tukey-Test, $p < 0.05$).

Unkrautunterdrückung im Gemengeanbau

Der Gemengeanbau mit Lupinen zeigte in allen Varianten eine unkrautunterdrückende Wirkung im Vergleich zur Lupinenreinsaat (Abb. 2). In Abhängigkeit von der Lupinensorte bzw. -Pre-Breedinglinie wurde die Unkrautbiomasse zur Reife um 15 % (PBL 6-V) bis 80 % (Boruta-E) verringert. Die Ausprägung der Gemengewirkung war dabei nicht eindeutig auf die verzweigten

bzw. endständigen Sortentypen zurückzuführen. Da keine Wechselwirkungen auftraten, hatten alle Partnerkulturen einen gleichgerichteten Einfluss auf die Lupinensorten bzw. –Pre-Breedinglinien. Einen deutlichen Einfluss hatten die Wahl des Gemengepartners sowie die Saatlösche des Gemengepartners. In Gemengen mit Leindotter war die relative Unkrautbiomasse signifikant geringer als in Gemengen mit Sommerweizen und Hafer. Zusätzlich wurde die unkrautunterdrückende Gemengewirkung bei steigender Saatlösche der Partnerkulturen signifikant erhöht.

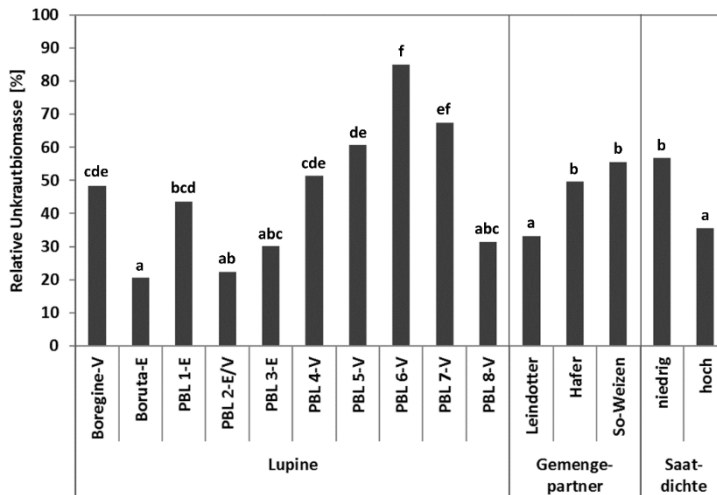


Abb. 2 Relative Unkrautbiomasse [%] der Lupinengemenge im Vergleich zur Lupinenreinsaat zur Reife in Abhängigkeit der Faktoren Lupine (Boregine-V, Boruta-E, Pre-Breedinglinie [PBL] 1 bis 8), Partner und Saatlösche. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Tukey-Test, $p < 0,05$).

Fig. 2 Relative weed biomass [%] of mixed cropped lupins compared to lupin sole cropping at ripeness dependent on the factors lupin (Boregine-V, Boruta-E, pre-breedingline [PBL] 1 to 8), partner and sowing density. Different letters refer to significant differences (Tukey-Test, $p < 0.05$).

Diskussion

Nach den vorliegenden Ergebnissen kann nicht eindeutig von dem Sortentyp auf das Unkrautunterdrückungsvermögen und die Unkrauttoleranz geschlossen werden, wie auch BÖHM et al. (2008b) für den Lupinertrag von 4 endständigen und 11 verzweigten Sorten belegen. In Bezug auf die Unkrautunterdrückung beschreiben BÖHM und AULRICH (2011) hingegen eine tendenzielle Überlegenheit der verzweigten Sortentypen und betonen den Standort- und Witterungseinfluss.

Insgesamt zeigte Pre-Breedinglinie 6-V die höchste Unkrauttoleranz bei hohem Unkrautaufrücken und gleichzeitig ein gutes Unkrautunterdrückungsvermögen durch starkes vegetatives Wachstum. Bei geringem Unkrautaufrücken (am Standort vorkommende Unkräuter: mit UN) wurde Pre-Breedinglinie 6-V jedoch von Pre-Breedinglinie 1-E und 4-V im Kornertrag übertroffen, die wiederum ein geringeres Unkrautunterdrückungsvermögen und eine langsamere Jugendentwicklung aufwiesen. Unter den Referenzsorten fiel Boregine-V mit guten unkrautunterdrückenden Eigenschaften auf. Dabei erbrachte sie zwar die höchsten Kornerträge bei geringem Unkrautaufrücken, wies jedoch auch die geringste Unkrauttoleranz bei steigendem Unkrautaufrücken zur Reife auf. Zur Sprossentwicklung war der oberirdische Biomasseaufwuchs von Boregine-V allerdings im Vergleich zu Boruta-E signifikant geringer. Dies könnte auch durch die höhere Saatlösche von Boruta-E (130 kfK m^{-2}) im Vergleich zu Boregine-V (100 kfK m^{-2}) begründet sein. Im ersten Untersuchungsjahr 2015 zeigte Boregine-V jedoch höhere

Biomasseaufwüchse als Botura-E zur Sprossentwicklung und zur Blüte (BÖHM, 2016). Es bleibt daher zu untersuchen, ob Boregine-V auch bei höherem Unkrautauflkommen zur Jugendentwicklung ertragsstark ist. Zusammenfassend wurden PBL 1-E, 4-V und 6-V als konkurrenzstarke Pre-Breedinglinien identifiziert, die zur weiteren Züchtung empfohlen werden. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die Leistung der endständigen Pre-Breedinglinien (z.B. PBL 1-E) aufgrund der geringeren Saatchichten im Vergleich zur praxisüblichen Saatchichte von Boruta-E unterschätzt wurde. Insgesamt waren die Unterschiede im Unkrautunterdrückungsvermögen und Ertrag zwischen den konkurrenzstärksten Sorten und Pre-Breedinglinien gering.

Die unkrautunterdrückende Wirkung des Gemengeanbaus von Körnerleguminosen mit Getreide- und Ölsaatenpartnern ist in der Literatur vielfach belegt (LIEBMAN UND DYCK, 1993; AUFHAMMER, 1999) und konnte in den Ergebnissen entsprechend auch für Blaue Lupinen bestätigt werden. Innerhalb der Sortentypen bestanden Variationen in der Ausprägung der Gemengewirkung, was sich auch in der Ertragsleistung widerspiegelt (KLING UND BÖHM, 2017). Generell hatte der Gemengeanbau geringere unkrautunterdrückende Effekte bei Sorten bzw. Pre-Breedinglinien mit einer hohen Konkurrenzkraft in Reinsaat (z.B. PBL 6-V). Im Vergleich zum ungerichteten Sorteneffekt wurde anhand der signifikanten Unterschiede zwischen den Saatchichten der Partnerkulturen deutlich, dass die unkrautunterdrückende Wirkung im Gemenge von der Partnerkultur ausgeht. Wie auch von PAULSEN et al. (2007) belegt, zeigte Leindotter ein gutes Unkrautunterdrückungsvermögen im Gemenge mit Blauer Lupine. Entsprechend könnten Lupinensorten bzw. Pre-Breedinglinien mit einer hohen Toleranz gegenüber Unkraut und den Partnerkulturen besonders für den Gemengeanbau geeignet sein.

Im Untersuchungsjahr 2016 lag das Unkrautauflkommen, insbesondere aufgrund der günstigen Witterungsverhältnisse, auf einem insgesamt geringen Niveau, weshalb die Ergebnisse im Folgejahr überprüft werden müssen.

Danksagung

Die Förderung des Vorhabens (FKZ 2814EPS007) erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie.

Literatur

- ANDREW, I.K.S., J. STORKEY UND D.L. SPARKES, 2015: A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Res* **553**, 239-248.
- AUFHAMMER, W., 1999: Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten: Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Hohenheim, Stuttgart, Ulmer.
- BERGER, J.D., J.C. CLEMENTS, M.N. NELSON, L.G. KAMPHUIS, K.B. SINGH UND B. BUIRCHELL, 2013: The essential role of genetic resources in narrow-leaved lupin improvement. *Crop Pasture Science* **64**, 361-373.
- BÖHM, H., 2016: Entwicklung eines Prüfsystems zur Erfassung und Bewertung der Unkraut unterdrückenden Wirkung für Blaue Lupinen. *Julius-Kühn-Archiv* **452**, 464-470.
- BÖHM, H., A. BRAMM, K. AULRICH UND G. RÜHL, 2008a: Effect of different sowing densities in mixed cultivation of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) with spring crops on yield and quality. In: Palta, J.A., J.D. Berger (eds): *Lupins for Health and Wealth - Proceedings of the 12th International Lupin Conference*, Fremantle, Western Australia. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, pp 42-46.
- BÖHM, H., A. BRAMM, K. AULRICH UND G. RÜHL, 2008b: Yield and predicted feed quality of different German cultivars of blue lupins (*Lupinus angustifolius*). In: Palta, J.A. und J.D. Berger (eds): *Lupins for Health and Wealth - Proceedings of the 12th International Lupin Conference*, Fremantle, Western Australia. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, pp 118-122.
- BÖHM, H. UND K. AULRICH, 2011: Effects of different row distances and seed densities on yield and quality of blue lupin (*L. angustifolius*) in organic farming. In: Naganowska, B., P. Kachlicki P, B. Wolko (eds): "Lupin crops: an opportunity for today, a promise for the future" – *Proceedings of the 13th International Lupin Conference*, 6-10 June 2011, Poznan, Poland, pp 144-148.
- EISELE, J.-A., 1992: Sortenwahl bei Winterweizen im Organischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung der morphologisch bedingten Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern. Bonn, Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, Dissertation.

- GLADSTONES, J.S. 1970: Lupins as crop plants. *Field Crop Abstracts* **23**, 123-148.
- GOLDBERG, D., 1990: Components of resource competition in plant communities. In: GRACE, J.B., D. TILMAN (eds): *Perspectives in Plant Competition*. San Diego, CA, USA: Academic Press, pp 27-49.
- GRONLE, A. und H. BÖHM, 2014: Untersuchungen zur Unkrautunterdrückung in Rein- und Mischfruchtbeständen von Wintererbsen unterschiedlichen Wuchstyps. *Julius-Kühn-Archiv* **443**, 431-440.
- HANSEN, P.K., K. KRISTENSEN und J. WILLAS, 2008: A weed suppressive index for spring barley (*Hordeum vulgare*): varieties. *Weed Research* **48**, 225-236.
- HARKER, K.N., G.W. CLAYTON und R.E. BLACKSHAW, 2008: Comparison of leafy and semileafless pea for integrated weed management. *Weed Technology* **22**, 124-131.
- HAUGGAARD-NIELSEN, H., B. JØRNSGAARD, J. KINANE und E.S. JENSEN, 2008: Grain legume-cereal intercropping: the practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renew Agr Food Syst* **23**(01), 3-12.
- KLING, C. und H. BÖHM, 2017: Ertragsleistung und Unkrautunterdrückungsvermögen von Blauen Lupinen (*Lupinus angustifolius*) im Gemenge mit ausgewählten Partnern und Saaddichten. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **29**, 26-27.
- LEMERLE, D., B. VERBEEK und N. COOMBES, 1995: Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Research* **35**, 503-509.
- LIEBMAN, M. und E. DYCK, 1993: Crop-Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. *Ecol Appl* **31**, 92-122.
- MCDONALD, G.K., 2003: Competitiveness against grass weeds in field pea genotypes. *Weed Research* **43**, 48-58.
- NIEMANN, P., 2000: Sortenwahl - Ein Element zur Unkrautunterdrückung. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **72**, 27-34.
- PAULSEN, H.M., M. SCHOCHOW und H.-J. REENTS, 2007: Unkrautvorkommen und Unkrautunterdrückung in Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau. *Landbauforschung Völkenrode SH* **309**, 81-95.
- RADEMACHER, B., 1938: Gedanken zur Fortentwicklung der Unkrautbekämpfung im Getreide. *Pflanzenbau* **14**, 449-465.
- RUDLOFF, E., 2011: EMS-induced mutants – a valuable genetic pool for the breeding of narrow-leaved sweet lupin (*Lupinus angustifolius* L.). In: NAGANOWSKA P., P. KACHLUCKI, B. WOLKO (eds) *Lupin crops: an opportunity for today, a promise for the future*. Proceedings of the 13th International Lupin Conference, 6 – 10 June 2011, Poznań, Poland, pp 92–98.
- RUGE-WEHLING, B., K. FISCHER, S. ROUX, R. DIETRICH, P. WINTER, B. RÖTTER und P. WEHLING, 2016: Erhöhung der Ertragsstabilität und Ertragsleistung der Süßlupine zur Sicherung der einheimischen Eiweißversorgung. In: BMEL, BLE (eds) *Kongress "Hülsenfrüchte - Wegweiser für eine nachhaltigere Landwirtschaft"*, 3. und 4. November 2016, Berlin, pp 33-34.
- ŠARŪNAITĖ, L., I. DEVEIKYTĖ und Ž. KADŽIULIENĖ, 2010: Intercropping spring wheat with grain legume for increased production in an organic crop rotation. *Žemdirbystė Agriculture* **97**, 51-58.
- SPIES, J.M., T.D. WARKENTIN und S.J. SHIRTLIFFE, 2011: Variation in Field Pea (*Pisum sativum*): Cultivars for Basal Branching and Weed Competition. *Weed Science* **59**, 218-223.
- VERSCHWELE, A., 1994: Sortenspezifische Kulturkonkurrenz bei Winterweizen als begrenzender Faktor für das Unkrautwachstum. Göttingen, Georg-August-Universität Göttingen, Dissertation.
- VERSCHWELE, A., 2014: Unkrautunterdrückung und Unkrauttoleranz bei Weizensorten - relevante Eigenschaften für den integrierten Pflanzenschutz. *Julius-Kühn-Archiv* **443**, 465-474.